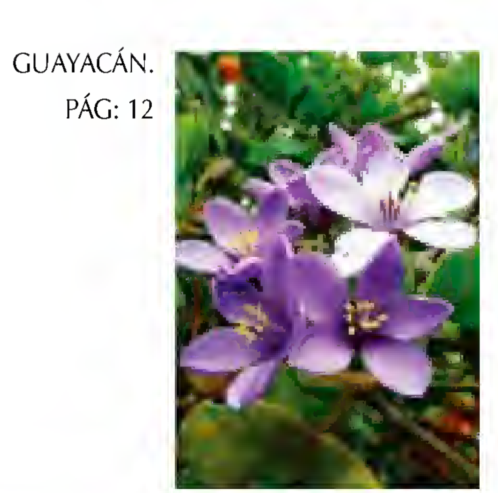


LAS ARRIBAZONES DE ALGAS MARINAS EN EL CARIBE MEXICANO. PÁG: 7



GUAYACÁN. PÁG: 12



NÚM. 107 MARZO-ABRIL DE 2013

ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

A COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

LOS CAMALEONES

Los llamados tapayaxin, lagartos cornudos, sapos cornudos, camaleones o llorasangre son únicas, especiales y asombrosas lagartijas que no mucha gente conoce y que desafortunadamente están siendo llevadas de manera trágica al borde de la extinción.

LOS CAMALEONES
de México para el mundo

ERNESTO RAYA GARCÍA*



Portada:
El lagarto cornudo texano *Phrynosoma cornutum* parece una versión a pequeña escala de los gigantescos dinosaurios.
Foto: © Fulvio Eccardi

Camaleón de montaña, *Phrynosoma orbiculare*.
Foto: © Ernesto Raya García

Derramando lágrimas de sangre

Desde tiempo atrás han sido protagonistas de mitos y leyendas: se les considera representantes de los espíritus de ancianos; temibles animales venenosos que atacan con humo que expelen por sus cuernos y espinas; en forma de tótems o fetiches, son empleadas como importantes auxiliares curativos en enfermedades; en las culturas de los hopis, navajos, pápagos, pimas, rarámuris y zunis a las lagartijas cornudas se les asocia con la fuerza. La mayoría de esos mitos perviven, por lo que ante el temor que despiertan, muchas personas las sacrifican, llevándolas a la triste situación en que se encuentran en la actualidad. Hermosas o temibles, son parte fundamental de nuestra riqueza natural, a la que hay que agregar su gran valor histórico, social y cultural. Al igual que los lagartos cornudos, mucha de nuestra fauna se encuentra en el olvido, por lo que es necesario unir fuerzas y actuar a su favor, ya que de no hacerlo quizá sólo quedarán los recuerdos de estos peculiares animales que reptan sobre tierra mexicana.

Las lagartijas cornudas pertenecen a la familia Phrynosomatidae y en México hay 16 especies, sólo seis de ellas endémicas: la lagartija cornuda mexicana (*Phrynosoma taurus*), la lagartija cornuda de roca (*Phrynosoma ditmarsi*), la lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), la lagartija cornuda de la costa del Golfo (*Phrynosoma wigginsi*), la lagartija cornuda de la isla de Cedros (*Phrynosoma cerroense*) y la lagartija cornuda de cola corta (*Phrynosoma braconnieri*). Esto nos indica que en el país se tiene 35% de endemismos de las 17 especies existentes en todo el mundo, distribuidas desde el sur de Canadá hasta el sur de México y Guatemala.

Se caracterizan por sus escamas modificadas en defensivas espinas en todo su cuerpo, generalmente ancho, tanto en machos como en hembras, con escasa diferenciación sexual a simple vista. Los machos sólo se distinguen por presentar la cola un poco más grande y más ancha al principio de la cloaca donde resguardan sus órganos copuladores (hemipenes) y la presencia de un par de escamas poscloacales, un poco más grandes que las demás escamas. El color de estas lagartijas varía de tono cafés, rojizos, blanque-



a Foto: © Jackson Shedd



b Foto: © Alfonso Hernández Ríos



c Foto: © Jackson Shedd

d Foto: © Jackson Shedd

(a) Lagarto cornudo real *Phrynosoma solare*.
(b) Lagarto cornudo de cola corta *Phrynosoma braconnieri*.
(c) y (d) Lagartos cornudos de desierto *Phrynosoma platyrhinos*.

cinos y amarillos y de claros a oscuros, dependiendo del ambiente, lo cual no es un rasgo necesario para la distinción entre sexos ni especies.

Escasos y solitarios

Estas lagartijas, que dependen de energías externas de calor para realizar sus funciones vitales, son principalmente activas por las mañanas y las tardes. Cuando se torna ardiente el sol buscan lugares con sombra para descansar y regular su temperatura; por las noches regresan a su refugio que puede encontrarse en ramas, hoyos en la tierra o bajo piedras. Están adaptadas a ambientes que son cálidos y secos, incluso a climas fríos. La reproducción es de tipo sexual y la camada de una hembra varía dependiendo de la especie. La alimentación de estos animales es una de sus características más sobresalientes: se han especializado en hormigas que constituyen 70% del volumen de su dieta; algunos, como el caso del camaleón cornudo real, pueden consumir hasta 300 hormigas. También se alimentan de otros invertebrados como termitas, grillos, escarabajos y arañas con los que complementan su dieta. Por lo general, buscan a sus presas en áreas abiertas, moviéndose en silencio, o simplemente las esperan, aunque también se les ha visto cerca de los hormigueros. Cuando divisan a su presa, los lagartos cornudos la atrapan rápidamente con su lengua pegajosa para luego tragarla. Sin embargo, este depredador de hormigas puede convertirse a su vez en presa fácil, pues cuando está a la caza se expone a sus depredadores más comunes: coyotes, serpientes, ardillas, perros, gatos y aves de rapiña, como halcones y zopilotes.

Poderosa arma química

La lagartija cornuda pone en práctica algunas tácticas de supervivencia, siendo la más común la de pasar inadvertida ante su depredador, para ello se inmoviliza y se pierde en su entorno (cripsis). Si no lo consigue así, lo que realiza a continuación es inflarse o aplanarse como un disco, exponiendo sus espinas de modo defensivo al depredador. En caso de que no funcione esta estrategia, el gran lagarto cornudo ataca con su arma química oculta: lanza un chorro de sangre (de ahí que se le llame erróneamente llorasangre) sobre la nariz, boca y ojos, es decir, las partes sensibles del depredador, provocando su huida. Y mientras el lagarto cornudo encuentra escondite o simplemente escapa, el depredador aprenderá a no volver a molestarlo. Ningún otro ser vivo tiene la capacidad de actuar como lo hacen los lagartos cornudos.



Lagarto cornudo texano
Phrynosoma cornutum.
Foto: © Fulvio Eccardi

¿A dónde se fueron los camaleones? Nuestro reto en la actualidad

Lamentablemente muchos de ellos son exterminados, algunos son depredados por animales domésticos introducidos (perros y gatos) y otros más son extraídos de su hábitat, pues al ser animales dóciles y ornamentales son muy cotizados para ser vendidos ilegalmente en el mercado negro y en tiendas de mascotas. La gente que gusta de adquirirlos sabe muy poco acerca de sus requerimientos, por eso la mayoría de estos reptiles está destinada a morir en condiciones de cautiverio. Para erradicar esta situación hace falta emprender campañas de educación ambiental con el propósito de concientizar a las personas del daño ecológico que se está generando. Sólo se revertirá dicho daño si trabajamos todos en conjunto desde diferentes puntos de acción.

Los lagartos cornudos tienen un papel único e importante en el ecosistema como reguladores de las poblaciones de hormigas y otros insectos, y como miembros de la cadena trófica. Algunas especies de camaleones están en proceso de recuperación en zonas específicas de México, sin embargo en otros lugares están por desaparecer por la terrible fractura de sus poblaciones. Es importante reconocer los esfuerzos y los resultados obtenidos para la investigación y la conservación de los camaleones en territorio nacional por parte de grupos de científicos mexicanos, pertenecientes a la Universidad Autónoma de Guerrero (UAG) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quienes han desarrollado una importante labor en el estudio y conservación de algunas especies de camaleones, entre ellas *P. orbiculare, P. asio, P. taurus* y *P. braconnieri*.

En Michoacán, algunos miembros del Centro Michoacano para la Conservación del Camaleón (CMCC) colaboran en favor de la conservación y educación ambiental sobre las lagartijas cornudas. Con el fin de difundir información (académica, científica, conservacionista etc.), analizar, dialogar y compartir pasiones por los camaleones, se creó el año pasado un grupo en la red social Facebook, llamado Simposio Virtual Camaleoneros (*Phrynosoma*), en el que participan especialistas, científicos, estudiantes y aficionados de todo el mundo.

No obstante, para emprender estrategias conservacionistas aún faltan estudios científicos que aporten más información sobre el estado de conservación de estos animales (Tabla 1). Es lamentable que algunas de las especies de camaleones endémicas de México no estén registradas en la NOM-059-SEMARNAT ya que de las 16 existentes en territorio nacional sólo 6 están evaluadas en sus correspondientes categorías (Tabla 1). Mucha gente puede apoyar su conservación con sólo dar a conocer que no son animales venenosos en los pueblos

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTADO DE CONSERVACIÓN			
		IUCN	CITES	NOM-059-SEMARNAT	ENDÉMICO
Lagartija cornuda gigante	*Phrynosoma asio*	*	*	Pr	
Lagartija cornuda de Blainville	*Phrynosoma blainvilli*	*	II	*	
Lagartija cornuda de cola corta	*Phrynosoma braconnieri*	LC	*	Pr	Sí
Lagartija cornuda de la isla Cedros	*Phrynosoma cerroense*	*	II	A	Sí
Lagartija cornuda texana	*Phrynosoma cornutum*	LC	*	*	
Lagartija cornuda de la costa	*Phrynosoma coronatum*	LC	II	*	
Lagartija cornuda de roca	*Phrynosoma ditmarsi*	DD	*	*	Sí
Pequeña lagartija cornuda pigmeo	*Phrynosoma douglassi*	LC	*	*	
Pequeña lagartija cornuda de Goode	*Phrynosoma goodei*	*	*	*	
Pequeña lagartija cornuda de Hernández	*Phrynosoma hernandesi*	LC	*	*	
Lagartija cornuda cola plana	*Phrynosoma mcalli*	NT	*	A	
Lagartija cornuda cola redonda	*Phrynosoma modestum*	LC	*	*	
Lagartija cornuda de montaña	*Phrynosoma orbiculare*	LC	*	A	Sí
Lagartija cornuda de desierto	*Phrynosoma platyrhinos*	LC	*	*	
Lagartija cornuda real	*Phrynosoma solare*	LC	*	*	
Lagartija cornuda mexicana	*Phrynosoma taurus*	LC	*	A	Sí
Lagartija cornuda de la costa del Golfo	*Phrynosoma wigginsi*	*	II	*	Sí

Tabla 1. Especies de camaleones y su estado de conservación actual. IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), LC (Categoría de preocupación menor) DD (Categoría de datos insuficientes), NT (Próximamente amenazada), CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), II (Apéndice II: Especies no necesariamente amenazadas en la actualidad pero que pueden llegar a estarlo de no regularse el comercio en forma estricta), NOM-059-SEMARNAT (Norma oficial mexicana de SEMARNAT para la protección ambiental de especies nativas de México), A (Categoría de Amenazada), Pr (Categoría de protección especial), * (Especies no evaluadas).

y las rancherías, donde la gente los sacrifica por temor. Aun así las campañas de divulgación no serán suficientes si no se detiene la pérdida de su hábitat a causa de la agricultura y ganadería de las regiones aledañas y la extracción de ejemplares para su venta ilegal. La creación de Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) sería una buena opción para promover la recuperación de los lagartos cornudos y una excelente manera de obtener recursos para las comunidades rurales marginadas; esperamos con el tiempo ver unidades de manejo de lagartos cornudos en México.

Es cierto que aún faltan estudios sobre la ecología de esta especie y por su rareza en el medio natural muchos de ellos no pueden concluirse. Quienes nos dedicamos a la investigación de estos animales de apariencia prehistórica tenemos mucho entusiasmo por descubrir más acerca de su fascinante vida.

No debemos destruir lo que millones de años de evolución han perfeccionado: la sofisticación de estrategias de alimentación especializada, las conductas de defensa y las técnicas de supervivencia. Son criaturas que han estado en la Tierra mucho antes que el ser humano, desde el tiempo de los dinosaurios, y merecen seguir poblándola. Esperemos que al pasar de los años las futuras generaciones disfruten tanto de estos maravillosos camaleones como nosotros lo hacemos hoy en día.

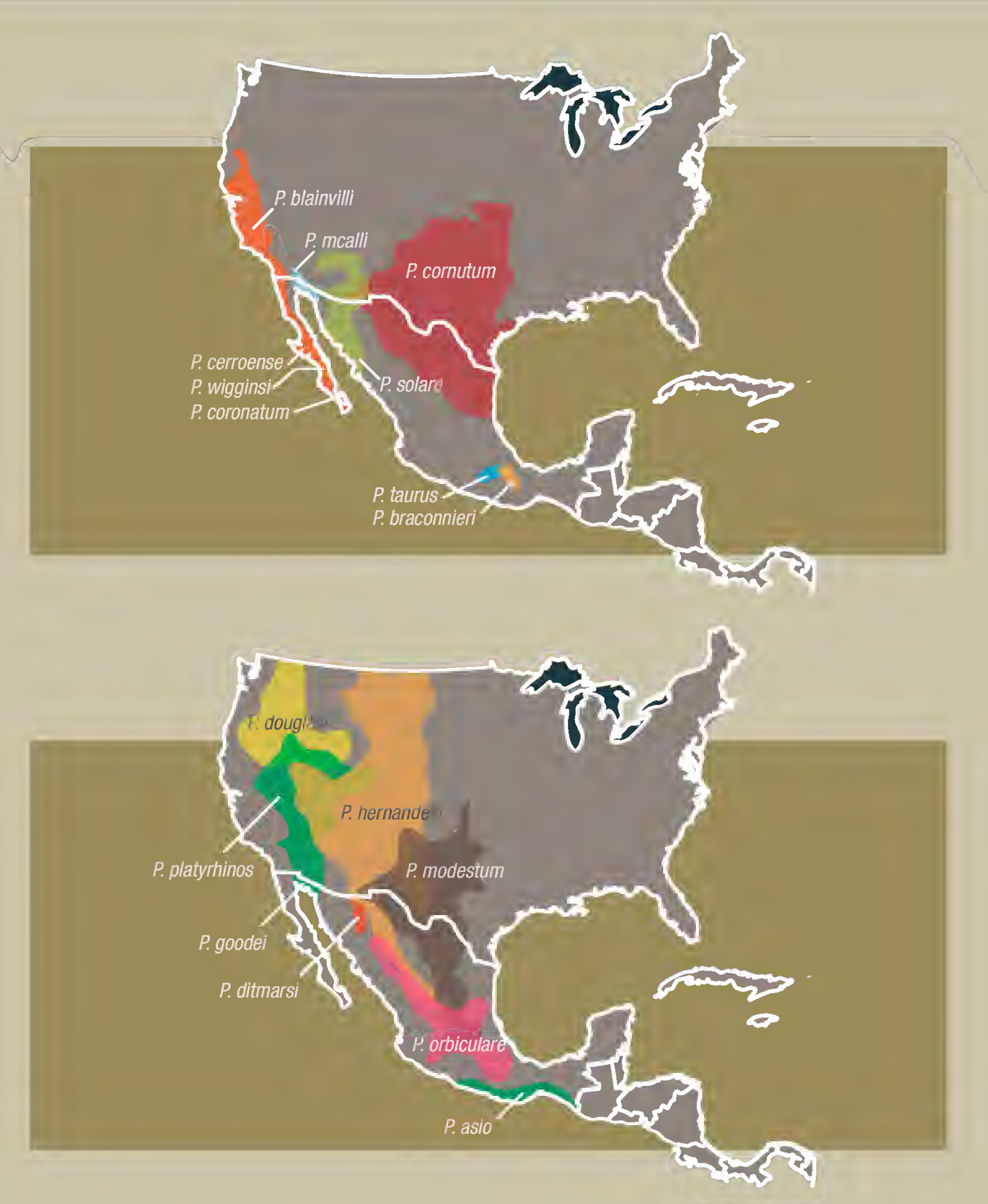


Figura 1. Distribución de las 17 especies actuales de lagartijas cornudas (*Phrynosoma*) en el mundo. Elaboración propia a partir de Leaché y Mcguire, 2006.

La especie humana tiene que conocer a los microorganismos, los vegetales y los animales, así como al medio ambiente donde vive, porque lo que se conoce se quiere y lo que se quiere se cuida.

Juan Luis Cifuentes Lemus



Lagarto cornudo real *Phrynosoma solare*.



Cría de lagarto cornudo texano, *Phrynosoma cornutum*.

Foto: © Bladimir Hernández Aguilar



Hembra de lagarto cornudo mexicano, *Phrynosoma taurus,* con sus crías recién paridas.

Foto: © Marcos García

Bibliografía

Hodges, W.L. 2004. "Evolution of viviparity in horned lizards (*Phrynosoma*): testing the cold-climate hypothesis", en *Journal of Evolutionary Biology* 17: 1230-1237.

Leaché, A.D., y J.A. McGuire. 2006. "Phylogenetic relationships of horned lizards (*Phrynosoma*) based on nuclear and mitochondrial data: Evidence for a misleading mitochondrial gene tree", en *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39:628-644.

Montanucci, R.R. 2004. "Geographic variation in *Phrynosoma coronatum* (Lacertilia, Phrynosomatidae): Further evidence for a Peninsular Archipelago", en *Herpetologica* 60(1): 117-139.

Pianka, E.R., y W.S. Parker, 1975. "Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*", en *Copeia* 1975: 141-162.

Reeve, W.L. 1955. "Taxonomy and distribution of the horned lizard genus *Phrynosoma*", *University of Kansas Science Bulletin* 34: 817-960.

Sherbrooke, W.C. 2003. *Introduction to Horned Lizards of North America*. California Natural History Guides, University of California Press.

Sherbrooke, W.C., y D. Lazcano-Villareal. 1999. "Los camaleones de México", en *México Desconocido* 271: 50-57.

* Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; tuataraya@hotmail.com

Las arribazones de

ALGAS MARINAS EN EL CARIBE MEXICANO

Evento biológico natural o basura en las playas

KURT M. DRECKMANN Y ABEL SENTÍES*

Las arribazones algales consisten en la llegada a las playas o a las riberas de lagunas costeras y estuarios de grandes cantidades de macroalgas *sensu lato*, es decir, pertenecientes a cualquiera de los *phyla* Chlorophyta (algas verdes), Ochrophyta (algas pardas) o Rhodophyta (algas rojas). Según la localización geográfica, el elenco ficoflorístico cercano y la estacionalidad de las especies algales involucradas, éstas serán mono o poliespecíficas (compuestas de una o más especies). Aunque existen estudios sobre el potencial económico, los recursos disponibles e incluso la evaluación de mercados para los recursos de arribazones en otras partes del mundo[1, 2] y, a pesar de la frecuencia de este fenómeno, no hay en la literatura pertinente a México estudios que informen acerca de la composición taxonómica, las causas y mecanismos, la estacionalidad, la regionalización, el origen de las especies involucradas y sus usos potenciales. Todos los datos sobre la presencia del fenómeno en el litoral del Atlántico y Caribe mexicanos provienen de observaciones ocasionales de ficólogos u otros especialistas. De acuerdo con esa información que han proporcionado, se ha considerado que las arribazones presentes en el litoral del estado de Quintana Roo son las más espectaculares en términos de diversidad y abundancia, destacándose las observadas en Cancún y Puerto Morelos.



Detalle de arribazón, incluyendo pastos marinos, en Puerto Morelos, Quintana Roo.

Foto: © Abel Sentíes

Sargassum spp. flotando en aguas cerca de la costa.



Vista subacuática del alga parda *Sargassum*.
Foto: © Kip Evans

La alta diversidad en las arribazones

En un intento por resolver el problema de la composición taxonómica, los investigadores Castillo Arenas y Dreckmann[3] registraron las siguientes especies: 12 de Chlorophyta, 14 de Phaeophyceae y 14 de Rhodophya en la arribazones de Punta Cancún y Puerto Morelos; con una talla macroscópica de 10 a más de 40 cm; la talla pequeña va desde algunos micrómetros hasta 5-6 cm y son generalmente epífitas de las anteriores; son fuente de agar, de carrageninas, de alginatos; tienen propiedades antibióticas; son útiles como biofertilizante; son perennes y estacionales.[4, 5]

El taxón más abundante fue el género *Sargassum*, con 7 especies y más de 80% de peso seco por cada kilogramo colectado, lo que coincide con lo encontrado por De Oliveira *et al*. para Brasil.[6] Las arribazones de ambas localidades se presentan todo el año, con dos incrementos de alta diversidad alrededor de los meses de julio-agosto y octubre-noviembre. En ambas localidades, y entre los meses pico, las arribazones son poliespecíficas; el resto del año son oligoespecíficas. De las 40 especies encontradas, 25 son de tallas grandes y, por lo tanto susceptibles de ser explotadas; 14 son pequeñas y más difíciles de usar como recurso; 22 son estacionales en términos de presencia-ausencia a lo largo del año; 15 son perennes y 25 (las mismas 25 de talla grande) tienen algún uso reportado en la literatura.

En Punta Cancún, las arribazones se presentan entre agosto y noviembre, coincidiendo con la temporada ciclónica. Mientras que en Puerto Morelos éstas empiezan en noviembre y disminuyen en febrero, lo que corresponde con la temporada de secas. De acuerdo con la información brindada por el personal académico residente en la Estación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (Universidad Nacional Autónoma de México, Estación Puerto Morelos) y del CRIP (Centro Regional de Investigación Pesquera, Puerto Morelos), el fenómeno es constante a lo largo del año.

Ambas localidades se encuentran frente a una zona de origen de ciclones y tormentas tropicales y en el blanco de las direcciones vectoriales principales de los mismos.[7] La temporada ciclónica se extiende desde junio a noviembre, siendo el mes de septiembre el de mayor frecuencia, seguido por agosto.[7] La circulación costera de las corrientes superficiales es paralela al litoral y con dirección norte durante todo el año; también se presentan contracorrientes pequeñas adyacentes a la playa.[8] Mientras Punta Cancún está en una pequeña península bordeada por riscos y expuesta, Puerto Morelos se encuentra en una playa larga y protegida tanto por una barrera arrecifal como por la isla Cozumel. Así, tanto la periodicidad como la cantidad de las arribazones se encuentran fuertemente relacionadas con los huracanes y ciclones característicos de la zona.





Método de limpieza de las arribazones en playas del Caribe mexicano.

Foto: © Abel Sentíes

Excepto por el alga verde (*Udotea javensis*), las restantes 39 especies forman parte de la flora algal de la Región Atlántica Tropical Oeste, que va desde el norte de la península de la Florida hasta el sur de Brasil. Asimismo, forman parte de la flora cubana y de la descrita para el litoral e islas de Quintana Roo. Localmente, parte de este elenco había sido reportado para Puerto Morelos. Si a esto agregamos el patrón general de circulación de las corrientes superficiales es muy posible que las especies provengan de la zona comprendida entre Punta Cancún, Puerto Morelos, Islas Mujeres y Cozumel. Por otro lado, es evidente que las arribazones terminan en Cancún justo cuando empiezan en Puerto Morelos. Tal discrepancia para lugares tan próximos puede atribuirse, preliminarmente, a dos causas: 1) el patrón general de corrientes superficiales debe ser más complejo en lo referente a las contracorrientes litorales, y 2) las corrientes oceánicas provenientes de las Antillas (como sugiere la localización de las arribazones en Puerto Rico) alcanzan primero Isla Mujeres y áreas circunvecinas, arrojando talos algales en Punta Cancún (única punta sobresaliente en la zona) y, alrededor de dos a tres meses después, comienzan a tener efecto sobre las poblaciones cercanas a Isla Cozumel y Puerto Morelos. La anterior hipótesis sugiere que las arribazones de ambas localidades tienen diferente origen.

Durante el estudio, Castillo Arenas y Dreckmann[3] no encontraron ningún talo algal de talla macroscópica con pie de fijación (estructura basal de adhesión al sustrato); por lo que sugieren que las especies se desprenden como producto de la interacción entre la dinámica oceanográfica (corrientes superficiales predominantes y temporada ciclónica) y la estructura por edades y estacionalidad de las propias especies. Es decir, para la época en que comienza la temporada ciclónica, una gran cantidad de especies tanto estacionales como perennes (pero con renovación anual de ramas) liberan ejes o talos completos, los cuales son arrastrados por las corrientes y depositados finalmente en la playa como producto directo de las contracorrientes de zonas someras y por los efectos de convergencia asociados a las puntas o cabezas de bahía.

La marcada estacionalidad del fenómeno, la alta diversidad algal involucrada y la biomasa comprometida hacen pensar en el valor ecológico que éstas puedan tener. Es decir, la productividad primaria y secundaria asociada debe ser suficiente como para sostener una comunidad propia que puede o no ser dependiente de la arribazón. Sería interesante, en este sentido, investigar si las arribazones son un sistema autónomo, para lo cual es indispensable estudiar, entre otras cosas, la viabilidad reproductiva de las especies.

El Mar de los Sargazos como fuente de arribazones y de recursos algales

Conscientes de que aún falta mucho terreno por recorrer hasta que la academia llegue a localizar mantos comercialmente útiles y manejables de algas marinas mexicanas, es que hemos decidido explorar otra alternativa, no sólo de cantidades comerciales importantes, sino de especies: las masas flotantes de sargazo en el Caribe mexicano.

En el estudio mencionado acerca de la composición taxonómica de las arribazones en el Caribe mexicano, Castillo Arenas y Dreckmann[3] encontraron que, de 40 especies de macroalgas, 39 de ellas provienen de zonas vecinas y la restante, por no presentar estructuras de fijación ni haber sido reportada como parte de la flora bentónica en alguna localidad de la región del Atlántico norte, no podía proceder más que del Mar de los Sargazos. De hecho, la especie es *Sargassum fluitans* Børgesen, una de las dos especies del género *Sargassum* C. Agardh endémicas del Mar de los Sargazos. La otra, *S. natans* (Linnaeus) Gaillon, ha sido reportada como parte de arribazones en Xcalak y Bahía de la Ascensión en Sian Ka'an y otras localidades litorales del Caribe mexicano. *S. hystrix* J. Agardh var. *buxifolium* es también parte de la comunidad del Mar de los Sargazos. En las mismas circunstancias han sido encontradas en el resto del Atlántico mexicano.



Ubicación y esquema de desplazamiento del Mar de los Sargazos en el Océano Atlántico.



Playa con marea baja, notándose la franja de la arribazón.

Pensar en la posibilidad de que una gran cantidad de las algas que encontramos en las orillas del Caribe mexicano provengan del Mar de los Sargazos puede sonar increíble en términos localistas; sin embargo, la periferia de esta enorme masa flotante se encuentra a menos de quince grados de longitud oeste de la Península de Yucatán.

El Mar de los Sargazos es una región del océano Atlántico septentrional que se ubica entre los meridianos 70º y 40º O y los paralelos 25º a 35º N (coordenadas 28°20'08"N 66°10'30"O), su extensión se ha estimado en cerca de dos millones de millas cuadradas y, a pesar de que la profundidad del manto algal no supera los 50 cm, su biomasa se ha calculado en un valor entre los 4 y 11 millones de toneladas de peso húmedo. La razón de que semejante masa permanezca en donde está es el rizo formado por las corrientes oceanográficas ascendentes del Golfo y del Atlántico Norte que corren hacia el este por arriba de los 40° de latitud norte y la descendente de las Islas Canarias y la Deriva Norecuatorial, que corre hacia el oeste por abajo de los 20° de latitud norte. Es decir, esta inmensa placa gira permanentemente en el sentido de las manecillas del reloj. Una consecuencia interesante del giro es que constantemente se están desprendiendo cantidades considerables de algas que son impulsadas por la Deriva Norecuatorial, en el caso del área que nos interesa, hacia las costas de Jamaica, Puerto Rico, Cuba e incluso Venezuela, Guyana, Surinam y Guayana Francesa precisamente en sus playas expuestas hacia el Mar Caribe y, por supuesto, al Caribe mexicano. Los enormes "camellones" de sargazo entran en la zona económica exclusiva mexicana y, al encontrarse cerca del litoral, son dispersadas por las contracorrientes costeras a lo largo de prácticamente todo el litoral del estado de Quintana Roo.

Por lo tanto, si se considera que el sargazo constituye una biomasa cautiva de consideración comercial, resultaría interesante interceptar estos "camellones" cerca de los límites de la zona económica exclusiva y cosecharlas durante verdaderas campañas de pesca de altura.

Alternativas de aprovechamiento de las arribazones

Las cantidades importantes de potasio y fósforo, debidas a la alta diversidad de algas pardas, brindan posibilidad de generar alimento para aves de cautiverio, compostas para abono en el cultivo de hortaliza y posibles usos en la elaboración de alimentos y fármacos. Asimismo, la presencia de alginatos (ficocoloides presentes en algas pardas) plantea su aprovechamiento en la elaboración de insumos para las áreas cosmetológica, médica y alimentaria.[9]

Por lo general, el sector turístico ha venido calificando las arribazones como basura playera durante los últimos 30 años. Para este sector y para el propio turista, efectivamente, resulta molesto en términos visuales, incómodo para el traslado a lo largo y ancho de la playa y repulsivo por el olor generado por la rápida descomposición algal. Desde luego la única solución es la limpieza periódica de las playas y la subsecuente incorporación de los desechos de algas al resto de los desechos urbanos.

Tomando en consideración lo antes expuesto, la intención de nuestro proyecto es proponer la utilización integral de estas arribazones.

Bibliografía

[1] Díaz-Piferrer, M. y C. Caballer de Pérez. 1964. *Taxonomía, ecología y valor nutricional de algas marinas de Puerto Rico: algas productoras de agar*. Mayaguez, Administración de Fomento Económico y Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas de la Universidad de Puerto Rico.

[2] Stekoll M.S. y W.A. Roberts, Jr. 1993. "Commercial potential of seaweeds from St Lawrence Island, Alaska. II. Evaluation of market opportunities", en *Journal of Applied Phycology* 5:161-165.

[3] Castillo Arenas, G. y K.M. Dreckmann. 1995. "Composición taxonómica de las arribazones algales en el Caribe mexicano", en *Cryptogamie, Algol.* 16:115-123.

[4] Mateo Cid, L.E. y A.C. Mendoza-González. 1991. "Algas marinas bentónicas de Isla Cozumel, Quintana Roo, México", en *Acta Botánica Mexicana* 16:57-87.

[5] Mendoza González, A.C. y L.E. Mateo Cid. 1991. "Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México", en *Acta Botánica Mexicana* 19:37-61.

[6] Oliveira, F.E.C. de, Y. Ugadim y E.J. de Paula. 1979. "Associated epibiota on Sargassum floating on the waters of the Brazilian current. Biogeographical remarks", en *Bol. Botanica* 7:5-9.

[7] Britton, J.C. y B. Morton. 1989 *Shore ecology of Gulf of Mexico*. Austin, University of Texas Press.

[8] Merino, I.M. 1986. "Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe mexicano con base a observaciones utilizando tarjetas de deriva", en *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 13:31-46.

[9] Barsanti, L. y P. Gualtieri. 2006. *Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. Boca Raton, Taylor & Francis.

* Laboratorio Macroalgas Marinas y Salobres, Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; asg@xanum.uam.mx





Panoramas de playas del Caribe, con arribazones.



Panorama del *Sargassum* spp. flotando en aguas del Mar de los Sargazos.



Panorama de arribazón reciente en Tulum.

Foto: © Abel Sentíes



GUAYACÁN

LEONEL LÓPEZ-TOLEDO[1, 2]
GUILLERMO IBARRA-MANRÍQUEZ[2]
Y MIGUEL MARTÍNEZ-RAMOS[2]

"El guayacán ha dejado de ser negocio, ya no se corta como antes. Antes sí era negocio… pero los aserraderos ya desaparecieron", narra Cecilio Cocoon, quien fue trabajador temporal dedicado al corte de guayacán entre los años setenta y noventa del siglo pasado. La industria forestal de esa especie fue una de las principales actividades económicas en la península de Yucatán. Sin embargo, en la actualidad ha disminuido hasta casi desaparecer, debido a que la sustitución de la madera de guayacán con materiales desarrollados por la tecnología moderna ha provocado una reducción en la demanda.

El guayacán (*Guaiacum sanctum* L., Zygophyllaceae) es una de las especies arbóreas de madera dura de las zonas tropicales del sureste de México. Se distribuye en México, Estados Unidos (Florida), Centroamérica y el Caribe.[1] En algunas de estas regiones, el guayacán se extrajo intensamente. Este aprovechamiento, más la deforestación y el cambio de uso del suelo, llevó a su extinción local o a la disminución de algunas poblaciones. Debido a esto, la especie se encuentra incluida en la lista de especies amenazadas de once países incluyendo a México,[6] y en la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.[2] Además, el aprovechamiento y exportación de su madera requiere permisos de la Convención de Comercio Internacional de Especies Amenazadas[1] (CITES). En la actualidad, México es el principal país en el mundo que aprovecha y exporta la madera de guayacán, por lo que hasta hace poco existía incertidumbre acerca del efecto de ese aprovechamiento en el estado de su conservación.

Con el apoyo de la CONABIO y del CONACYT, un grupo de académicos realizamos una investigación para obtener conocimientos ecológicos básicos de utilidad sobre su conservación y aprovechamiento sostenible. A continuación mostraremos los resultados más importantes.

Distribución geográfica y pérdida de hábitat

Primero evaluamos la distribución geográfica actual del guayacán y la pérdida histórica de su hábitat en



México. Para ello se emplearon imágenes de satélite, información de herbarios, modelos biogeográficos y se hicieron recorridos de campo. Esto permitió delimitar las áreas geográficas con mayor probabilidad de encontrar la especie.[4, 5] También se estimó la abundancia de las especies de árboles presentes en once localidades de la península de Yucatán, Chiapas y Oaxaca. Con esto se estimó que la distribución de guayacán es de aproximadamente 95,000 km^2 y que se encuentra en la costa de Oaxaca, la depresión central de Chiapas y la península de Yucatán (Fig. 1). En los sitios de distribución, se observó una importante heterogeneidad en su abundancia, variando entre 30 y 620 árboles (troncos de 5 o más centímetros a la altura del pecho de diámetro) por hectárea.

Nuestros análisis nos permitieron también detectar que la conversión de las selvas a campos agrícolas, pastizales ganaderos y áreas urbanas ha reducido de manera importante la distribución geográfica histórica del guayacán en México. Si las tasas de pérdida de hábitat continúan así en el futuro se puede esperar que su distribución se reduciría en 40% para 2030, lo que puede comprometer seriamente su conservación. Este pronóstico puede ser preocupante si se considera que sólo 13% del área total de distribución del guayacán en México se encuentra formalmente protegido. De esta cifra, la mayoría (87%) se encuentra en Campeche (Calakmul, Balam-Kin y Balam-Ku). Fuera de este estado se le encuentra en otras reservas en Oaxaca (Huatulco), Yucatán (Ría Celestún y Ría Lagartos) y Quintana Roo (Sian Ka'an, Uaymil e Isla Contoy)[4] (Fig. 1).

Dinámica de poblaciones

Como ya se comentó, México es el principal país en el que actualmente se aprovecha forestalmente el guayacán. Esta actividad genera ingresos y fuentes de trabajo a comunidades rurales, pero también puede comprometer la conservación de la especie si se hace de manera no sostenible. Nuestro proyecto se dirigió a evaluar si el aprovechamiento forestal afecta negativamente a las poblaciones de guayacán. Durante los años de 2004 a 2008, se realizó en localidades de Campeche un estudio que analizó la mortalidad, crecimiento y la reproducción de la especie abarcando todos los estadios de su ciclo de vida (desde semillas hasta adultos más viejos) en poblaciones aprovechadas y conservadas. Encontramos que el árbol pasa grandes filtros de mortalidad durante sus primeras estadios de vida. Así, del casi millón de semillas que se producen por hectárea durante un año, sólo 2% llega a germinar y producir una plántula. De éstas sólo 8% llega a sobrevivir hasta la edad de 30 años y alcanzar un tallo de un centímetro de diámetro. A partir de este tamaño el riesgo de morir por causas naturales se reduce y el árbol se puede reproducir, creciendo lentamente a una velocidad promedio de 1.8 mm al año. A esa velocidad, un guayacán de 70 cm de diámetro tiene una edad estimada de más de 400 años.

Basándonos en la información obtenida en el campo, también desarrollamos modelos para explorar los efectos que tendrían diferentes niveles de corta de árboles comercializables (con troncos de 35 centímetros o más de diámetro a altura del pecho) sobre la dinámica de las poblaciones. Estos modelos pueden ayudar a establecer lineamientos para el aprovechamiento forestal sostenible. Encontramos



Figura 1. Mapa de distribución potencial del guayacán (*Guaiacum sanctum*) en 2000 (áreas en amarillo) con base en un modelo de distribución potencial e información de uso de suelo. Los polígonos en rojo indican las áreas naturales protegidas (ANP) que cubren en parte la distribución de *G. sanctum*.

Majestuso árbol de guayacán en la Reserva de la Biosfera Calakmul. En esta área, el guayacán es una de las especies más impresionantes debido a su vigoroso aspecto con alturas de hasta 25 metros y un diámetro de hasta 80 cm y fuertes ramas que se yerguen esplendorosas hacia el cielo.

Foto: © Leonel López Toledo

que las poblaciones manejadas y conservadas tienen un crecimiento lento en abundancia y que la cosecha de árboles, como se practica hasta ahora, no afecta negativamente a las poblaciones, debido al bajo volumen aprovechado. Los modelos desarrollados sugieren que niveles de corta de árboles deben considerar: I) un corte máximo de 50% de los árboles con talla comercial; II) tener intervalos de descanso (sin corte de árboles) de 20 años, y III) una reducción al mínimo de los daños y la mortalidad causada a árboles jóvenes (con troncos de 1 a 2.5 centímetros de diámetro a la altura del pecho) cuando se cortan y extraen los árboles grandes.[3] Es importante el desarrollo de técnicas de corte y diseños de brechas para la extracción de madera óptimas que minimicen los daños a árboles jóvenes.

Importancia de los bosques que albergan guayacán

Otro aspecto adicional en nuestro proyecto fue identificar criterios útiles para establecer políticas para la conservación de las selvas de guayacán. En algunas áreas de la península de Yucatán, el guayacán llega a ser el árbol más común –aunque haya muchas otras especies de árboles–, por lo que a esas selvas se les conoce localmente como guayacanal o bosque de guayacán. Sin embargo, también estos bosques presentan una alta biodiversidad. Para cuantificarla, identificamos, primero, la riqueza de especies de árboles presente en ocho diferentes sitios en la península de Yucatán. Cuando contamos las especies de árboles (con troncos de 5 o más centímetros de diámetro a la altura del pecho) que existen en estos bosques encontramos entre 36 y 59 diferentes en



El guayacán es una de las especies más llamativas durante la época de floración, debido a la gran cantidad de flores de color azul-morado y estambres amarillos. Entre febrero y mayo, sus ramas lucen espectaculares cubiertas por cientos de flores.

Foto: © Leonel López Toledo

áreas de tan sólo 1 000 m^2 (0.1 hectárea). Además, el segundo criterio que seguimos, fue sumar todas las especies encontradas en los 8 sitios de estudio: registramos 173 especies representativas de 46 familias de plantas vasculares.[5] Un tercer criterio importante fue que dentro de este importante acervo de especies se encuentran muchas que son endémicas (restringidas a ciertas regiones del planeta) o que se encuentran amenazadas. Así, 21 especies son endémicas a la provincia biogeográfica de la península de Yucatán, como es el caso del xu'ul (*Lonchocarpus xuul*, Fabaceae) y la majahua (*Hampea trilobata*, Malvaceae), y ocho especies están amenazadas o en peligro de extinción, como el yaxnik (*Vitex gaumeri*, Lamiaceae) y el pochote (*Ceiba schottii,* Malvaceae). Quizá las más importantes para la conservación son aquellas especies que son endémicas y que se encuentran amenazadas, como es el caso del box kaa'tsim (*Acacia gaumeri*, Fabaceae).[6]

Un cuarto criterio de conservación atañe a la importancia de establecer en el sureste de México una red de áreas protegidas –que incluyan diferentes puntos geográficos– más que una sola área protegida grande, lo que ayudaría a resguardar la biodiversidad de la región. Los bosques de guayacán son muy heterogéneos en su composición de especies de árboles. Cuando evaluamos la semejanza en la composición de especies de árboles entre los ocho sitios estudiados, encontramos que en muchos casos éstos comparten solamente 10% de las especies, lo que indica una elevada diversidad beta.

También pudimos constatar que los bosques de guayacán son de gran relevancia para la existencia de otros componentes de la biodiversidad, como distintas especies de animales (venados, jabalíes, tapires, jaguares y pavo de monte). La dieta de esta fauna depende en buena medida de árboles productores de frutos y semillas que son una fuente de alimento primordial, como el caso del mismo guayacán, el zapote (*Manilkara zapota*, Sapotaceae), el guarumbo (*Cecropia peltata*, Urticaceae), el ramón (*Brosimum alicastrum*, Moraceae) y la guaya (*Talisia olivaeformis*, Sapindaceae).

Finalmente, un quinto criterio de conservación fue la consideración de los servicios ecosistémicos que aportan estos bosques. En nuestro estudio cuantificamos la cantidad de carbono almacenado en los troncos de las diferentes especies de árboles en los bosques de guayacán. El bióxido de carbono es uno de los principales gases productores del "efecto invernadero". En las últimas décadas, la emisión de CO_2 ha aumentado de manera preocupante debido a la quema de combustibles fósiles que contribuye al llamado "calentamiento global" del planeta. Los árboles resultan fundamentales para capturar y almacenar carbono atmosférico, ya que a partir de la fotosíntesis absorben y utilizan el CO_2 en la formación de sus tejidos leñosos. En el caso de árboles longevos, como el guayacán, el carbono queda almacenado por largos periodos en sus tejidos. Cuantificamos que una sola hectárea de bosque de guayacán (considerando todas las especies de árboles) puede almacenar, en promedio, 92 toneladas de carbono/ha.[7] Por ello, estos bosques resultan indispensables para amortiguar los efectos del calentamiento global del planeta, ya que si llegase a deforestar y quemar, todo este carbono se liberaría a la atmósfera. Otros servicios ecosistémicos importantes que aportan estos bosques se encuentran en los productos maderables y los no maderables, como resinas, fibras, medicinas y alimentos, y en la conservación del suelo y mantos de agua dulce.

Comercio

El guayacán ha sido comercializado durante los pasados cuatro o cinco siglos en varios países.[2] Fue explotado intensivamente por sus propiedades medicinales, contra la sífilis y artritis, y también se empleaba como laxante, antiinflamatorio y diurético; incluso, estudios preliminares indican que puede tener propiedades anticancerígenas.[1] Su uso en la medicina tradicional continúa en algunas comunidades.

Sin lugar a dudas, el manejo forestal representa la actividad de comercialización más importante. La madera del guayacán es muy densa y contienen un alto contenido de resinas, lo cual le confiere propiedades autolubricantes e hizo que se convirtiera en un producto muy apreciado para la construcción de piezas de barcos.[2] El manejo forestal de la especie en México se lleva a cabo en la Península de Yucatán; ahí, el periodo de comercialización más importante ocurrió entre las décadas de 1970 y 1990, y se exportaba a mercados de Estados Unidos y de países de Europa y Asia. La cantidad de madera de guayacán comercializada a inicios de los setenta representaba alrededor de 3000 toneladas al año. Sin embargo, a últimas fechas esas ventas han disminuido significativamente hasta llegar a sólo 5-10% de las originales, debido a que la madera del guayacán ha sido desplazada por materiales de plástico o por la madera del palo santo (*Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb., Zygophyllaceae*) de origen sudamericano.

Oportunidades de conservación

Nuestros resultados indican que el manejo forestal de guayacán no representa una seria amenaza para su conservación en México, dado los bajos volúmenes que se aprovechan actualmente. De hecho, en la

A partir de mayo, las flores del guayacán se convierten en pequeños frutos de color amarillo-naranja con semillas rodeadas por una llamativa pulpa roja. Los árboles se llenan de vida cuando diferentes aves y mamíferos llegan a consumirla.

Foto: © Leonel López Toledo

actualidad el guayacán sólo se explota en algunas comunidades de la Península de Yucatán debido a una gradual desaparición del mercado. El manejo que se lleva a cabo considera nuestras recomendaciones de reducir al máximo el daño a los árboles jóvenes y dejar plazos de descanso entre eventos de corte de al menos 20 años.

En contraposición, el factor que pone en riesgo la conservación del guayacán y la biodiversidad de los bosques es el cambio de uso de suelo. Grandes extensiones de bosque se han convertido en praderas ganaderas, campos agrícolas o ciudades.[4] El hecho de que una solicitud de cambio de uso de suelo puede aprobarse con relativa mayor facilidad que una solicitud de manejo forestal contradice los esfuerzos de conservación. El futuro de estos bosques aún está en riesgo, por lo que es apremiante identificar las áreas prioritarias para conservación. Los estudios ecológicos y los criterios de conservación descritos son importantes para ayudar a esa labor. Otros elementos fundamentales que también deben ser considerados para asegurar la viabilidad de una propuesta de conservación son: i) la inclusión de los ejidatarios y de instancias académicas y gubernamentales para consensar acuerdos y ii) la implementación de corredores biológicos que incrementen la conectividad entre las áreas protegidas.

La distribución actual de guayacán en México representa una oportunidad excepcional de conservación de relevancia nacional e internacional. Es deseable que se tomen medidas al respecto para asegurar la conservación del majestuoso guayacán y los bosques de gran importancia biológica y social en los que habita.

Bibliografía

[1] Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). 2000. "Transfer of *Guaiacum sanctum* from Appendix II to Apendix I", XI Meeting of the Conferences of the Parties, CITES, Nairobi.

[2] International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2011. "IUCN Red List of Threatened Species", versión 2011.2; consultado el 6 de abril de 2012 en www.iucnredlist.org.

[3] López Toledo, L., A. García Naranjo, D. Burslem y M. Martínez-Ramos. 2008. "Non-detriment findings report on *Guaiacum sanctum* in Mexico", International Expert Workshop on CITES Non-Detriment Findings, Cancún, México, 17-22 de noviembre.

[4] López Toledo, L., C. González, D. Burslem y M. Martínez Ramos. 2011. "Conservation assessment of *Guaiacum sanctum* and *G. coulteri*: historic distribution and future trenes in Mexico", en *Biotropica* 43(2): 246-255.

[5] López Toledo, L., E. Martínez Salas, G. Ibarra-Manríquez, D.F.R.P. Burslem y M. Martínez Ramos, 2012. "Protecting a single endangered species and meeting multiple conservation goals: an approach with *Guaiacum sanctum* in the Yucatan Peninsula, Mexico", en *Diversity and Distributions* 18: 575-587.

[6] Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). 2010. "Protección Ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio. Lista de Especies en Riesgo". México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); *Diario Oficial de la Federación* del 30 de diciembre de 2010.

[1] Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. leonellopeztoledo@yahoo.co.uk

[2] Centro de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la UNAM. gibarra@oikos.unam.mx, mmartine@oikos.unam.mx



Regeneración natural de guayacán en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche.

Foto: © Fulvio Eccardi

Nueva página web

NaturaLista

www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/c_ciudadana.html

naturalista

Es un lugar para aprender y compartir imágenes y datos acerca de las plantas y animales de México y del mundo. Te permite registrar y poner a disposición de otras personas lo que observas en la naturaleza y te permite conocer a otros aficionados y profesionales. ¡Con naturalista puedes ayudar a aumentar el conocimiento científico sobre la biodiversidad!



Nuevos videos

CONABIO 20 años. Una travesía por el conocimiento de nuestra riqueza natural

www.biodiversidad.gob.mx/videos/vidCONABIO13.html





Conoce a través de este video el quehacer de la CONABIO a sus 20 años de creación.

La riqueza natural de México

www.biodiversidad.gob.mx/videos/vidCONABIO14.html



¿Qué es la riqueza natural de México y qué hace la CONABIO para conocerla y analizarla? Descúbrelo en este video.

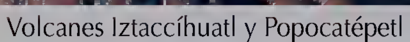
www.youtube.com/biodiversidadmexico

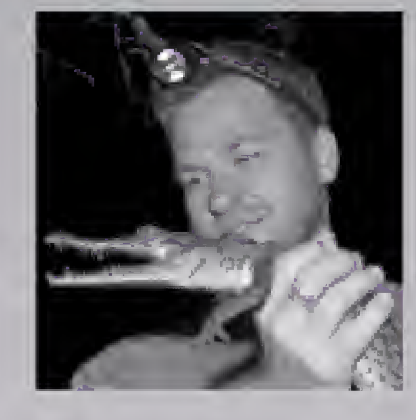


El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza, da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de septiembre 2012 y a su autor.



¡Tú también puedes participar! Visita
www.mosaiconatura.net


Volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl



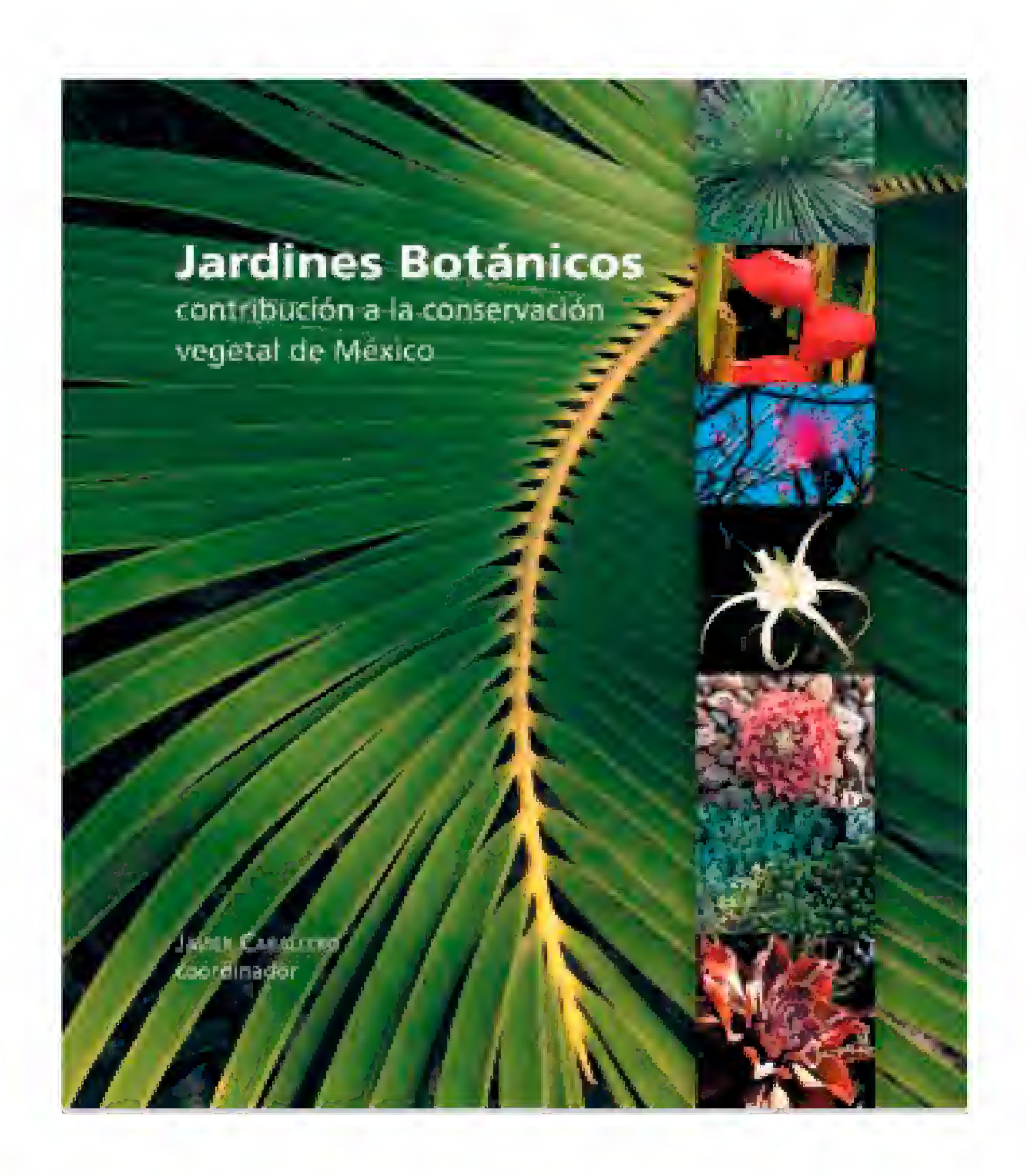
Nombre: Petr Myska
Profesión: Biólogo/fotógrafo de naturaleza
Lugar de nacimiento: República Checa (residente de México desde 2000)
Trayectoria profesional: El primer equipo fotográfico me lo regaló mi papá para mi sexto cumpleaños. Fue una cámara Corina, hecha en Checoslovaquia. Juntos armamos un cuarto oscuro en nuestro baño para revelar nuestras propias películas y fotos. Desde mi niñez mi pasatiempo favorito fueron los animales. Como estudiante de biología usaba mi cámara como herramienta de trabajo, así que mi pasatiempo se fusionó muy bien con mi trabajo… y esto continúa hasta hoy. Preferentemente uso productos Nikon. El cuerpo que más empleo ahora es el D300s. Mis favoritos son los viejos lentes sin autofocus con una excelente óptica. Especialmente el 80-200 f4 y el 600 f5.6. He tenido la suerte de ver mi trabajo en la BBC (para la cual trabajé como corresponsal), en revistas como *The Science Magazine, México Desconocido* y *Especies*. Mi último documental *Toque del cocodrilo azul* fue apoyado por la CONABIO.

Contacto: www.imanat.com

Jardines botánicos Contribución a la conservación vegetal de México

La labor de los jardines botánicos ha sido históricamente muy valiosa. Se remonta a tiempos precolombinos con ejemplos tan notables como los jardines del siglo XV: el de Texcoco construido por Nezahualcóyotl y el de Oaxtepec, ideado por Moctezuma, los dos primeros jardines botánicos de América. Actualmente existen en México treinta jardines botánicos, agrupados en la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB), una organización científica iniciada en 1980 y establecida formalmente en 1985.

En la presente obra se describen las colecciones de estos jardines y las acciones que realizan para la conservación de especies en alguna categoría de riesgo, así como la manera en que sus diversas actividades contribuyen a la implementación de las metas de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal y de la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, tanto en su primera versión como la actualización a 2012-2030. Se incluye un capítulo que hace una síntesis sobre el aporte de los jardines botánicos en la conservación *ex situ* de plantas mexicanas en el marco de las estrategias de conservación.



La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de Twitter y Facebook

Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos